

# Le tournant cognitif en économie de la décision et des comportements

*Sacha Bourgeois-Gironde et Raphaël Giraud*

Y a-t-il eu un tournant cognitif dans la théorie économique de la décision (TED)? Répondre à cette question suppose tout d'abord de définir précisément ce que l'on entend par tournant, soit généralement, en histoire des idées, la modification profonde d'une pensée ou d'un champ scientifique que l'on peut assez précisément repérer chronologiquement et pour laquelle on peut caractériser assez précisément un avant et un après. On parle ainsi parfois d'un tournant linguistique dans les sciences humaines et sociales, qui aurait eu lieu *grosso modo* dans les années 1960, avec l'adoption dans de nombreuses disciplines des concepts développés en linguistique par Saussure. La notion de tournant *cognitif* est complexe et susceptible de recevoir de nombreuses définitions selon les disciplines qui s'en emparent. Nous retiendrons la définition qu'en donnent Richard Topol et Bernard Walliser dans leur introduction à un livre récent sur l'économie cognitive : « "Cognitive" expresses that an agent is able to gather pieces of information and to treat them in a symbolic way by various modes of reasoning. » (Topol et Walliser 2007)

Parler de tournant cognitif en TED signifie donc qu'à l'issue de ce tournant la TED prend davantage et mieux en compte les processus mentaux – voire neuronaux – qui président au traitement de l'information pertinente pour la prise de décision et qui accompagnent, déterminent et expliquent la prise de décision. Cette prise en compte suppose, bien entendu, la modification des modèles de

décision, mais sans doute également un changement dans la démarche qui préside à la modélisation, moins tributaire de l'approche instrumentale inspirée de l'irréalisme méthodologique de Milton Friedman (1953) d'après laquelle le caractère réaliste des hypothèses d'un modèle importe peu du moment qu'il prédit correctement les comportements, et plus préoccupée d'une description fidèle des processus mentaux *effectifs* qui conduisent aux décisions.

La tâche qui nous attend est donc double. Il s'agit d'abord de repérer chronologiquement un éventuel tournant. Il s'agit ensuite, comme nous l'avons dit, de caractériser l'avant et l'après.

Il est assez facile de repérer les éléments d'un tournant cognitif en TED dans au moins deux domaines : la théorie de la décision dans l'incertain, où les conséquences de l'action choisie au terme du processus de décision dépendent de la réalisation de certains événements, et la théorie de la décision comportant une dimension temporelle. Faute d'espace, nous nous concentrerons sur le premier de ces domaines.

Il nous semble possible d'affirmer que la question d'un éventuel tournant cognitif dans le domaine de la théorie de la décision dans l'incertain peut s'organiser autour du statut accordé à sa théorie de référence, la théorie dite *bayésienne*, ou *modèle de l'espérance d'utilité* (MEU), au cours de l'histoire. On peut définir succinctement cette théorie par trois principes :

- les croyances des individus quant à la vraisemblance des événements pertinents sont conformes aux axiomes de la théorie classique des probabilités ;
- les individus prennent leurs décisions sur la base de l'espérance de leur satisfaction calculée à partir des probabilités définies par leurs croyances ;
- confrontés à une information nouvelle sur les événements pertinents, les individus révisent leurs croyances en appliquant la règle de Bayes<sup>1</sup>.

1. Ce troisième principe, portant essentiellement sur un aspect dynamique du processus de décision, ne sera pas étudié dans cet article.

Plus précisément, nous nous efforcerons d'étayer la thèse suivante : la mise au point du MEU par Daniel Bernoulli au XVIII<sup>e</sup> siècle peut être considérée comme résultant de préoccupations que l'on appellera, de façon anachronique certes, cognitives, et la théorie bayésienne constituait donc une théorie cognitive de la décision avant la lettre, et ce n'est qu'à partir de son axiomatisation par Neumann et Morgenstern, d'une part, et par Savage, d'autre part, et de la nécessité de défendre cette axiomatique face à sa mise en cause précoce par Allais que le MEU s'est vu doter d'un statut normatif qui l'a rendu imperméable aux considérations cognitives (imperméabilité d'ailleurs justifiée par l'épistémologie friedmanienne). À la lumière de cette « glaciation » du MEU, l'émergence de modèles alternatifs à la fin des années 1970 peut être caractérisée comme un tournant cognitif, mais nous souhaiterions défendre l'idée qu'un recul historique plus important permet de lire ce tournant cognitif comme la résurgence des préoccupations cognitives antérieures. Deux des principaux acteurs de ce tournant, Colin Camerer et George Loewenstein (2004), notent d'ailleurs : « *Most of the ideas in behavioral economics<sup>2</sup> are not new; indeed, they return to the roots of neoclassical economics after a century-long detour.* »

Afin de défendre cette thèse, nous commencerons par examiner l'histoire du statut du MEU dans le but de donner des éléments pour le repérage chronologique du tournant cognitif. Puis nous tenterons de caractériser (au moins partiellement) la situation postérieure au tournant cognitif.

Prendre une décision dans l'incertain suppose de résoudre deux problèmes différents. Le premier consiste à évaluer la probabilité des différents événements pertinents pour la décision. Ce problème étant supposé résolu, un second se pose : celui de l'évaluation globale de chaque action. En effet, toute décision dans un contexte d'incertitude implique potentiellement d'avoir à faire un compromis entre la garantie d'une certaine conséquence médiocrement satisfaisante et la possibilité de faire mieux, mais avec également

2. Le terme d'« économie comportementale » est souvent utilisé pour décrire les recherches en économie théorique et appliquée postérieures au tournant cognitif.

une certaine probabilité (un risque) de faire moins bien. Chaque action choisie représente un compromis possible qu'il s'agit d'évaluer. Pour bien caractériser la situation postérieure au tournant, nous tâcherons de la décrire sous l'angle de chacun de ces deux problèmes. Afin de faciliter la comparaison avec le modèle de l'espérance d'utilité, nous commencerons, dans la partie II, par étudier le problème de l'évaluation des actions, avant d'en venir, dans la partie III, à la question de la détermination de la vraisemblance des événements.

Concrètement, nous décrirons tout d'abord la théorie de la décision la plus fréquemment considérée comme répondant le plus complètement aux préoccupations cognitives, à savoir la théorie des perspectives (*prospect theory*, en abrégé PT : Kahneman et Tversky 1979) et ses variantes (la théorie cumulative des perspectives (CPT : Tversky et Kahneman 1992) et la théorie des perspectives de troisième génération [Schmidt, Starmer et Sugden 2005]), et nous montrerons comment elles intègrent effectivement les éléments cognitifs pertinents pour la prise de décision. Nous examinerons le problème de l'évaluation des probabilités selon deux perspectives : la perspective du jugement direct de probabilité et la perspective des croyances révélées par les choix des agents. La première sera étudiée dans le cadre du programme de recherche « Heuristiques et biais » (dont relève également dans une large mesure la PT) qui désigne communément l'ensemble des travaux menés par Daniel Kahneman, Amos Tversky et d'autres chercheurs depuis le début des années 1970 dans le but de tester la validité des modèles normatifs en TED, et dont le principal résultat est d'avoir contesté cette validité et d'avoir expliqué ces résultats par l'utilisation par les sujets d'heuristiques induisant parfois des biais cognitifs dans la prise de décision. Une large part de ces travaux a été consacrée à l'étude du problème du jugement de probabilité, et c'est cet aspect que nous discuterons, en montrant là aussi de quelle manière les éléments cognitifs sont pris en compte et les critiques et prolongements qu'ils ont suscités. La seconde perspective sera examinée sous l'angle de la résolution de ce que l'on appelle le paradoxe d'Ellsberg, à partir d'une proposition faite par Ellsberg lui-même

et qui a été retrouvée récemment par un certain nombre de chercheurs en théorie de la décision.

### Quelques repères chronologiques pour un tournant cognitif dans la théorie économique de la décision

Afin d'étayer les différentes thèses énoncées dans l'introduction, nous commencerons par rappeler les principaux traits du MEU, les circonstances de son invention et son interprétation cognitive, puis nous examinerons le moment de son axiomatisation et de son acquisition d'un statut normatif, enfin, nous terminerons par les circonstances ayant conduit à un renouveau des préoccupations cognitives autour de ce modèle<sup>3</sup>.

Du paradoxe de Saint-Pétersbourg à l'axiomatisation de l'espérance d'utilité : la théorie de l'espérance d'utilité comme théorie cognitive de la décision avant la lettre

#### *Le MEU*

Afin de présenter les grandes lignes de la conception classique en décision dans l'incertain, il nous faut d'abord présenter le cadre conceptuel et formel dans lequel on se place habituellement pour étudier cette question. D'une façon générale, prendre une décision consiste à choisir une action dans un ensemble  $A$  d'actions envisageables dans la situation considérée. Dans un problème de décision dans l'incertain, les conséquences de l'action choisie dépendent de la réalisation d'un certain nombre d'événements. Par exemple, les conséquences financières de la décision d'investir dans une entreprise produisant des parapluies ou dans une autre produisant des

3. Pour plus de détails historiques sur la naissance du MEU, on pourra consulter dans ce même volume l'article de Massimo Egidi page 11 à 54.

maillots de bain dépendent de la réalisation d'événements climatiques. Pour fixer les idées, il est pratique de formaliser un peu, même si le recours à la formalisation sera restreint au minimum par la suite. Notons  $C$  l'ensemble des conséquences possibles d'une action et  $E$  l'ensemble des événements pouvant affecter les conséquences d'une action<sup>4</sup>. Une action  $a$  en environnement incertain peut alors être décrite comme une liste  $(c_p, e_p, \dots, c_i, e_i, \dots, c_n, e_n)$  où les  $c_i$  sont des conséquences et les  $e_i$  sont des événements, ce qui signifie que lorsque cette action est choisie et lorsque l'événement  $e_i$  se réalise, la conséquence  $c_i$  s'ensuit<sup>5</sup>.

La question que l'on se pose traditionnellement en TED est de déterminer la valeur d'une telle action aléatoire, ce que nous avons appelé le second problème de la décision dans l'incertain, et qui conduit à la définition de ce que l'on appelle en TED un critère de choix. La théorie de l'espérance d'utilité affirme qu'il est rationnel d'évaluer une action  $a$  en calculant la somme de la valeur subjective (c'est-à-dire de l'utilité) des conséquences pondérée par la probabilité de l'événement conduisant à cette conséquence. Formellement, la valeur  $V_{EU}(a)$  de l'action  $a$  est donnée par :

$$V_{EU}(a) = \sum_{i=1}^n p(e_i)u(c_i)$$

Le principe du MEU est donc de choisir l'action d'utilité espérée maximale.

4. On peut sans perte de généralité supposer que les conséquences de toutes les actions dépendent d'une même famille d'événements, en admettant que « dépendre » s'entend en un sens potentiel et en considérant l'ensemble des événements tels qu'au moins une des actions dans  $A$  a des conséquences différentes selon qu'ils se réalisent ou non.

5. Lorsque les probabilités des événements  $e_i$  sont connues, on utilisera également la notation  $a=(c_p, p_p, \dots, c_n, p_n)$ .

### *Le paradoxe de Saint-Pétersbourg et la naissance du MEU*

Le MEU est apparu au XVIII<sup>e</sup> siècle pour résoudre une difficulté que rencontrait le modèle en vigueur depuis le XVII<sup>e</sup> siècle, celui dit de l'*espérance de gain*, qui n'a de sens que lorsque les conséquences sont des grandeurs monétaires et qui s'énonce comme suit :

$$V_{EU}(a) = \sum_{i=1}^n p(e_i)(c_i)$$

Ce critère, censé représenter la façon rationnelle d'évaluer les actions, ne permettait pas de rendre compte de ce qui semblait intuitivement comme la façon, si ce n'est rationnelle, du moins raisonnable, de se comporter face à ce que l'on appelle le jeu de Saint-Pétersbourg<sup>6</sup> : considérons un jeu dans lequel on tire successivement une pièce de monnaie. Si face sort au  $n^e$  coup, on gagne  $2^n$  euros, et rien sinon. L'espérance de gain de ce jeu est :

$$\frac{1}{2} \times 2 + \frac{1}{2^2} \times 2^2 + \dots + \frac{1}{2^n} \times 2^n + \dots = +\infty$$

Ainsi, un individu rationnel au sens de l'espérance de gain serait prêt à donner toute sa fortune pour jouer à ce jeu, ce qui a peu de chances d'être observé dans la pratique et ne manquerait pas d'être considéré comme pathologique le cas échéant. On dira que cette prédiction n'est ni descriptivement correcte ni normativement acceptable pour le sens commun. La solution de Bernoulli part de l'observation suivante : la valeur subjective d'une somme de monnaie donnée n'est pas la même pour un individu riche et pour un individu pauvre : elle est plus forte pour un pauvre. La fonction qui donne la valeur subjective de tout montant monétaire est donc une fonction concave, puisque l'accroissement de valeur procuré par une unité monétaire supplémentaire est d'autant plus petit que l'individu possède déjà beaucoup d'argent. Bernoulli propose donc de remplacer la valeur  $c_i$  par l'utilité de cette conséquence,  $u(c_i)$ , et invente ce faisant le critère de l'espérance d'utilité. Plus

6. Inventé en 1713 par Nicolas Bernoulli, cousin de Daniel Bernoulli.

spécifiquement, il proposa de prendre pour  $u$  une fonction logarithmique, ce qui permet d'obtenir la convergence de la série et de résoudre le paradoxe.

*La psychophysique et l'interprétation du MEU  
comme théorie cognitive de la décision*

Comme le rappelle Heukelom (2007), la relation logarithmique entre la monnaie et l'utilité postulée par Bernoulli se trouve correspondre à la relation logarithmique entre le stimulus et la réponse connue en psychophysique comme la loi de Weber-Fechner. Rappelons que la psychophysique est la branche de la psychologie qui étudie la perception humaine des grandeurs physiques. La théorie de l'utilité telle que proposée par Bernoulli ne fait qu'étendre à des grandeurs non physiques – les valeurs monétaires – la loi de Weber-Fechner dont l'énoncé est postérieur, et qui postule que la relation entre le stimulus et la réponse est logarithmique, par exemple dans le cas de la luminosité ou dans le cas de la hauteur d'un son. Ce sont les premiers marginalistes anglais qui feront le lien entre les deux théories. La théorie de l'espérance d'utilité devient ainsi véritablement une théorie cognitive de la décision avant la lettre – si on admet que le paradigme stimulus-réponse caractéristique de la psychophysique du XIX<sup>e</sup> siècle est l'ancêtre des sciences cognitives dans la mesure où il porte déjà sur la relation entre information objective et traitement subjectif de l'information.

L'axiomatisation du MEU et le tournant normatif

On admet traditionnellement que la TED est apparue sous sa forme moderne dans l'immédiat après-guerre, au cours d'un processus allant de la parution en 1947 de la seconde édition de *Theory of Games and Economic Behavior* de John von Neumann et Oskar Morgenstern à celle de *The Foundations of Statistics* de Leonard Savage en 1954. L'apport commun de Neumann et Morgenstern,



d'une part, et de Savage, d'autre part, fut de révéler les principes de rationalité qui sont équivalents à la mise en œuvre de cette règle de décision. Un principe de rationalité est une règle ou une maxime de comportement dont l'application conduit à une décision rationnelle. Si l'on reprend la présentation de Tversky et Kahneman (1986), ces principes sont au nombre de quatre<sup>7</sup>, et nous les présentons par ordre décroissant d'exigence quant à la rationalité de l'individu :

- le principe d'*indépendance*<sup>8</sup> recommande d'ignorer ce que deux décisions ont en commun, c'est-à-dire, étant donné deux actions  $a$  et  $a'$ , de ne considérer que les événements qui conduisent pour  $a$  et  $a'$  à des conséquences différentes;
- le principe de *transitivité* implique que si l'on préfère choisir  $a$  plutôt que  $a'$  et  $a'$  plutôt que  $a''$ , alors on doit choisir  $a$  plutôt que  $a''$ ;
- le principe de *dominance* signifie que si, quel que soit l'événement considéré, les conséquences de  $a$  sont plus favorables que les conséquences de  $a'$ , alors  $a$  doit être choisie de préférence à  $a'$ ;
- le principe d'*invariance* stipule que la décision ne dépend pas de la description des différentes actions disponibles (on parle alors d'*invariance descriptive*) ou de la méthode utilisée pour parvenir à la décision ou pour recueillir l'information concernant cette décision (on parle alors d'*invariance procédurale*).

Ces quatre principes de rationalité sont conçus en général comme des principes *normatifs* dans la mesure où leur respect est pensé

7. À vrai dire, seuls les trois premiers avaient été mis en évidence par Neumann et Morgenstern, et Savage. Ceci peut s'expliquer par le fait que le quatrième principe est un principe en amont de la décision, lié à la construction même des alternatives que tant Savage que Neumann et Morgenstern considéraient comme données.

8. Kahneman et Tversky parlent de principe de *simplification (cancellation)*, sans doute pour donner à ce principe une portée générale (afin qu'il puisse également s'appliquer lorsque les actions peuvent être décrites autrement que comme des listes de conséquences et d'événements, par exemple comme des listes de caractéristiques). Leonard Savage appelle ce principe le *principe de la chose sûre*.

comme une condition nécessaire (et suffisante moyennant quelques subtilités techniques) pour une décision rationnelle. Plus spécifiquement, on attribue à Neumann et Morgenstern le fait d'avoir montré qu'ils caractérisaient le critère de l'espérance d'utilité dans le cas où le problème de l'évaluation des probabilités est supposé résolu<sup>9</sup>, alors que Savage a établi que, dans le cadre formel que nous avons présenté, les trois premiers principes sont essentiellement équivalents à la fois à l'attribution par le sujet d'une probabilité dite subjective aux événements et à l'évaluation globale des actions par l'espérance d'utilité.

Il nous semble possible d'affirmer que ce que nous avons appelé la glaciation du MEU, c'est-à-dire l'acquisition par ce modèle d'un statut normatif qui n'était pas nécessairement le sien à l'origine, et le tournant cognitif en TED procèdent tous deux d'une même source : le paradoxe d'Allais, sur lequel nous reviendrons plus en détail par la suite. En effet, le paradoxe d'Allais a montré que les prédictions de l'espérance d'utilité ne correspondaient pas à ce que l'on observait dans un cas particulier, et cela a donné lieu à une double réaction. Du côté des tenants du MEU, il est apparu assez vite que la seule défense possible face à ce paradoxe était d'insister sur le caractère normatif de l'espérance d'utilité et sur le caractère irrationnel du choix que prédit le paradoxe<sup>10</sup>. Savage insiste notamment sur le fait que s'il avait plus réfléchi à la question posée par Allais, il aurait répondu d'une façon conforme au MEU. D'après lui, un agent rationnel ne peut que regretter ce choix. Du côté des psychologues cognitifs, le paradoxe d'Allais a suscité de nombreuses recherches autour de la conception économique de la décision rationnelle. Celles-ci ont conduit à la mise en évidence d'un certain nombre de régularités empiriques que l'on a coutume d'appeler

9. Les choses sont historiquement un peu plus compliquées car Neumann et Morgenstern n'utilisent pas ce langage ni ce formalisme. Voir Fishburn et Wakker (1995).

10. On a parfois également insisté sur le caractère anecdotique du choix proposé par Allais, du fait des sommes en jeu (voir l'article de M. Egidi dans le présent ouvrage).

des *anomalies*, des *paradoxes*<sup>11</sup> ou des *biais*<sup>12</sup>, montrant que le comportement des sujets concrets en situation de décision ne se conforme pas aux principes de rationalité sous-jacents au MEU.

L'accumulation de ces anomalies a fini en quelque sorte par forcer le barrage mis en place par les défenseurs du MEU et a conduit au tournant cognitif. La nécessité de comprendre les processus mentaux, les raisonnements, les affects même, qui président aux choix procède en effet de la volonté d'expliquer ces anomalies et se traduit dans les choix de modélisation, ainsi que l'on pourra le voir dans la suite. Mais rappelons tout d'abord quelles sont les principales anomalies à l'origine du tournant cognitif<sup>13</sup>.

### Quelques anomalies fondatrices du tournant cognitif

Beaucoup de faits psychologiques robustes peuvent être classés comme des anomalies<sup>14</sup>. Nous en avons privilégié cinq parmi ceux qui ont plus particulièrement retenu l'attention des économistes et des psychologues : le paradoxe d'Allais, le renversement de préférence et les effets de présentation (*framing effects*) qui affectent le problème de l'évaluation globale des actions par l'espérance d'utilité ; le paradoxe d'Ellsberg et le problème de Linda qui remettent en cause l'idée que les jugements des sujets sur la vraisemblance des événements sont compatibles avec la théorie standard des probabilités<sup>15</sup>.

Le paradoxe d'Allais (1953) est le nom que l'on donne à un petit problème de décision que Maurice Allais a proposé en 1952

11. Il s'agit ici de paradoxes empiriques et non de paradoxes logiques.

12. Dans ce texte, ces trois termes seront considérés comme interchangeables, bien qu'il soit possible d'établir des distinctions importantes entre eux.

13. Voir pour une liste plus complète [http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_cognitive\\_biases](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_cognitive_biases).

14. Voir la série d'articles publiée par Richard Thaler dans le *Journal of Economic Perspectives*.

15. Dans la mesure où nous nous restreignons aux choix statiques, nous ne traiterons pas du problème intéressant de la révision des probabilités qui fait également apparaître des biais (loi des petits nombres, sophisme du joueur, etc.).

à une docte assemblée de spécialistes de la théorie du risque réunie à Paris, dont Leonard Savage lui-même qui eut à cette occasion le désagrément de se voir mis en contradiction avec la théorie qu'il avait proposée. Le dispositif du paradoxe d'Allais est construit de façon à ce qu'une réponse contraire au principe de l'espérance d'utilité s'impose d'elle-même naturellement à l'esprit. Il consiste en une série de deux problèmes de décision comportant deux actions incertaines chacun. Ces actions incertaines sont décrites par différents montants monétaires et la probabilité attachée à ces différents montants. Ce sont des *loteries* dans le jargon des économistes. Pour simplifier, nous ne mentionnons que les montants non nuls, le montant nul étant obtenu avec la probabilité complémentaire à 1. Le premier problème consiste à choisir entre l'action A, qui rapporte 1 million d'euros avec certitude, et l'action B qui rapporte 5 millions d'euros avec une probabilité de 10 % et 1 million avec une probabilité de 89 %. Le second problème consiste à choisir entre une action C qui rapporte 1 million avec une probabilité de 11 % et une action D qui rapporte 5 millions avec une probabilité de 10 %. Le choix « naturel », observé en tout cas le plus souvent, est celui de A dans le premier cas et de D dans le second. Or, ce double choix n'est pas ce que prédit la théorie de l'utilité espérée, comme un calcul très simple le montre<sup>16</sup>. De façon plus précise, on peut montrer que parmi les principes de rationalité, c'est le principe d'indépendance que violent ces choix<sup>17</sup>. Par ailleurs, le motif psychologique souvent invoqué pour expliquer ce comportement est l'*effet de certitude*, d'après lequel le fait d'être certain de gagner un certain montant exerce une séduction particulière sur les sujets

16. En supposant que  $u(0)=0$ , on a  $V_{EU}(A)=u(1M)$ ,  $V_{EU}(B)=0,10u(5M)+0,89u(1M)$ . Donc,  $V_{EU}(A)>V_{EU}(B)$  si et seulement si  $0,11u(1M)>0,10u(5M)$ . Mais ceci est équivalent à  $V_{EU}(C)>V_{EU}(D)$ , ce qui devrait conduire au choix de C.

17. On a tenté de réduire le paradoxe d'Allais à partir de la remise en cause d'autres principes que le principe d'indépendance, par exemple le principe de transitivité (Loomes et Sugden 1982). Le consensus des spécialistes va cependant dans le sens d'une attribution du paradoxe à une défaillance du principe d'indépendance (voir pour une discussion éclairante sur ce sujet Mongin 1988).

qui leur fait ignorer la possibilité de gagner des montants plus élevés, mais sans garantie.

Mis en évidence par les psychologues Lichtenstein et Slovic dès 1971, le renversement de préférence est censé montrer que les choix effectués par les individus dépendent de la méthode expérimentale utilisée pour les conduire à ce choix<sup>18</sup>. Le fait stylisé est le suivant : on considère deux loteries, la loterie Q et la loterie P. La loterie Q permet de gagner un gros montant (par exemple 100 euros) avec une probabilité faible (par exemple 5 %); la loterie P permet de gagner un montant modeste (par exemple 20 euros) avec une probabilité forte (30 %). Lorsque l'on demande aux sujets d'exprimer une préférence entre ces deux loteries, la plupart choisissent P. Mais si on leur demande le prix minimum auquel ils seraient prêts à vendre chacune de ces deux loteries s'ils la possédaient, ils donnent alors un prix plus élevé pour Q. Si l'on admet que le prix de vente demandé est une bonne mesure de la valeur que l'individu attribue à un objet, et si l'on admet également qu'un individu choisit toujours l'objet qui a la plus grande valeur à ses yeux, on bute ici sur une contradiction. Il faut renoncer à une des hypothèses.

L'idée générale des effets de présentation (Tversky et Kahneman 1981) est que la décision des individus dépend de la description des différentes alternatives entre lesquelles ils doivent choisir. En un sens il n'y a là rien d'étonnant : c'est sur ce principe que sont fondées les différentes techniques de vente telles que le marketing, la publicité, le packaging, le branding qui recherchent en définitive à présenter un produit sous son meilleur aspect, ce qui peut conduire, dans certains cas, à une différenciation factice du produit. Cependant, cela n'est pas conforme à un principe de rationalité

18. Il y a cependant des controverses sur l'interprétation de ce phénomène. Loomes, Starmer et Sugden (1989, 1991) estiment que ce phénomène va à l'encontre de la transitivité des préférences. Au contraire, Tversky, Slovic et Kahneman (1990) défendent la thèse de l'absence d'invariance procédurale. D'autres explications ont été avancées, liées la plupart du temps à l'articulation entre la méthode utilisée pour amener les sujets à révéler sincèrement leur consentement à payer et le principe d'indépendance (Karni et Safra 1987), mais elles ont été écartées depuis puisque le phénomène s'observe aussi avec d'autres méthodes de révélation.

substantielle d'après lequel seule compte la réalité de l'objet, son apparence ne devant pas avoir d'influence. Concrètement, les psychologues ont construit l'expérience suivante :

*Supposez que les États-Unis se préparent au déclenchement d'une maladie asiatique rare, dont on s'attend à ce qu'elle tue 600 personnes. On dispose de deux programmes pour lutter contre cette maladie.*

On propose alors aux sujets les programmes A et B (exclusifs l'un de l'autre) :

*Si le programme A est adopté, 200 personnes seront sauvées.*

*Si le programme B est adopté, 600 personnes seront sauvées avec probabilité 1/3 et aucune avec probabilité 2/3,*

puis les programmes C et D (exclusifs l'un de l'autre) :

*Si le programme C est adopté, 400 personnes mourront.*

*Si le programme D est adopté, personne ne mourra avec probabilité 1/3 et 600 personnes mourront avec probabilité 2/3.*

On propose d'abord aux sujets de choisir entre A et B : 72 % choisissent A. Puis on leur demande de choisir entre C et D : 78 % choisissent D. Ce choix pose évidemment un problème à un tenant de la théorie du choix rationnel, puisque, du point de vue des conséquences objectives (en termes de vies sauvées ou perdues), les loteries A et C sont équivalentes, de même que les loteries B et D. Il existe de très nombreuses démonstrations de l'existence d'effets de présentation<sup>19</sup> (Kühberger 1998 ; Levin, Schneider et Gaeth 1998).

19. Levin *et al.* (1998) distinguent trois types d'effets de présentation, en se fondant sur ce qui est manipulé :

- la présentation des choix risqués, où l'on manipule les conséquences des loteries ;
- la présentation des attributs, où l'on manipule l'un des attributs des objets à évaluer ;
- la présentation du but, où l'on manipule le but d'une action.

Ce que l'on appelle le problème de Linda (Kahneman et Tversky 1982) illustre la non-conformité des jugements de probabilité des sujets aux normes édictées par la théorie classique des probabilités. On présente aux sujets l'histoire suivante, en leur demandant de dire laquelle des deux propositions (1) et (2) est la plus probable :

*Linda est une jeune femme de 31 ans, célibataire, sûre d'elle et très brillante.*

*Elle a obtenu un doctorat en philosophie.*

*Lorsqu'elle était étudiante, elle se sentait profondément concernée par les problèmes de discrimination et de justice sociale. Elle a aussi participé à plusieurs manifestations antinucléaires.*

*(1) Aujourd'hui Linda est employée de banque.*

*(2) Aujourd'hui Linda est employée de banque et féministe.*

Environ 80 % des sujets estiment devoir répondre que (2) est plus probable que (1) au mépris du principe qu'une conjonction de deux événements est nécessairement moins probable que l'un de ces événements pris isolément. Il est clair que les sujets basent leur réponse sur des aspects prototypiques du féminisme suggérés dans l'énoncé du problème et qui les amènent à considérer l'événement moins probable (2) comme plus plausible.

Ellsberg a proposé en 1961 deux expériences de pensée destinées à montrer qu'il n'est pas toujours possible de considérer que les croyances des individus peuvent être représentées par des probabilités. Nous en présenterons une, renvoyant à l'article originel pour l'autre. On considère une urne contenant 90 boules, dont 30 rouges et 60 noires ou jaunes, le nombre de boules noires et de boules jaunes étant inconnu. Un pari sur un événement étant défini par le fait de gagner 100 euros si cet événement se réalise et de perdre 100 euros sinon, on demande d'abord aux individus de choisir entre parier sur l'événement « la boule tirée est rouge » et parier sur l'événement « la boule tirée est noire ». La plupart des individus choisissent le premier pari. Ensuite, on demande aux individus de choisir entre parier sur l'événement « la boule tirée n'est pas rouge » et l'événement « la boule tirée n'est pas noire » et, là encore, les

individus choisissent le plus souvent le premier pari. Or, si on admet que ces choix sont fondés sur une probabilité  $P$ , alors ces choix impliquent que  $P(R) > P(N)$  et que  $P(\text{non } R) > P(\text{non } N)$ . Cependant, si on applique les règles classiques des probabilités,  $P(\text{non } R) = 1 - P(R)$  et  $P(\text{non } N) = 1 - P(N)$ , on a donc une contradiction. Ces choix révèlent que, dans tous les cas, les individus préfèrent le pari pour lequel l'information disponible est précise (R dans un cas, non-R dans l'autre cas), bien qu'ils puissent potentiellement avoir plus de chance de gagner en choisissant l'autre pari. Ils manifestent donc une aversion pour l'imprécision de l'information que l'on appelle classiquement en TED *aversion pour l'ambiguïté*.

Afin de caractériser plus précisément l'après-tournant cognitif, nous présentons maintenant les solutions qui ont été apportées d'une part aux trois anomalies concernant le problème de l'évaluation globale des actions et d'autre part au problème de Linda et au paradoxe d'Ellsberg. Nous commencerons par le problème de l'évaluation globale des actions. L'ensemble des recherches menées dans les années 1970 sur ce sujet par Daniel Kahneman et Amos Tversky a culminé avec la publication en 1979 de *Prospect Theory: an Analysis of Decision under Risk*, qui présente la première théorie intégrant un certain nombre de biais cognitifs que nous allons maintenant décrire.

### Une approche cognitive de l'évaluation des actions : la théorie des perspectives et ses développements

On considère généralement que la théorie des perspectives existe en deux versions : la version originelle (*prospect theory*, Kahneman et Tversky 1979, abrégée en PT) et la version cumulative (Tversky et Kahneman 1992, en abrégé CPT). Sous cette dernière forme, elle est considérée par beaucoup de théoriciens de la décision ayant une orientation plutôt descriptive et appliquée comme l'alternative la plus satisfaisante à l'espérance d'utilité, et ce parce que c'est le modèle qui explique le plus d'anomalies simultanément sans pour



autant être trop général<sup>20</sup> et, surtout, tout en vérifiant la propriété normative de dominance. La CPT étant plus compliquée à exposer, nous nous concentrerons dans un souci de simplicité sur la version originelle. Celle-ci a été mise au point pour traiter le problème de l'évaluation des actions dans le cas où la question de la détermination des probabilités est supposée résolue. Dans ce cadre, elle répond essentiellement à deux anomalies sur trois : le paradoxe d'Allais et les effets de présentation. Elle décrit une procédure de décision en deux étapes comportant trois traits distinctifs. Afin de faciliter la comparaison avec le MEU, nous commencerons par exposer ces traits distinctifs, puis nous décrirons les deux étapes, *en supposant toujours que le problème de la détermination des probabilités des événements est résolu.*

### Les traits caractéristiques de la théorie des perspectives

Une des principales innovations de la théorie des perspectives est d'affirmer que les grandeurs (notamment monétaires) intervenant dans la prise de décision ne sont pas les grandeurs absolues, c'est-à-dire le montant total de la richesse lorsqu'on y ajoute le montant des gains ou qu'on en retire le montant des pertes, mais les grandeurs relatives à un certain niveau de référence, c'est-à-dire les gains ou les pertes par rapport à ce niveau lui-même. Ainsi, la situation d'un sujet dont la richesse initiale est d'un montant  $R$  et qui cherche à évaluer une action qui rapporte  $x$  avec probabilité  $p$  et coûte  $y$  avec probabilité  $1-p$  peut être considérée de deux façons différentes : comme la possibilité d'obtenir la fortune  $R+x$  avec probabilité  $p$  et  $R-y$  avec probabilité  $1-p$ , ou comme conduisant à un gain de  $x$  dans un cas et une perte de  $y$  dans l'autre.

Cette distinction est importante, car d'après les données qui ont suscité la nouvelle théorie, les sujets ne se comportent pas de la même façon par rapport aux gains et par rapport aux pertes, et ce

20. Il existe d'autres alternatives, mais en général chacune explique telle ou telle anomalie en particulier, mais pas toutes à la fois.

selon deux modalités constituant les deux premières caractéristiques de cette théorie : tout d'abord les agents souffrent plus d'une perte d'un certain montant qu'ils ne jouissent d'un gain d'un montant équivalent. Kahneman et Tversky parlent d'« aversion pour les pertes ». Ensuite, les agents préfèrent la certitude à l'aléatoire lorsqu'il s'agit de gains et l'aléatoire à la certitude lorsqu'il s'agit de pertes ; on dit qu'ils ont de *l'aversion pour le risque dans le domaine des gains* et du *goût pour le risque dans le domaine des pertes*. Kahneman et Tversky parlent de l'effet de reflet. Cet effet peut être vu comme la combinaison de l'effet de certitude et de l'aversion pour les pertes. L'intuition est la suivante : lorsque l'on est sûr de gagner un certain montant, on préfère ne pas prendre le risque de gagner moins (ce qui deviendrait alors une perte par rapport à ce montant). Au contraire, lorsque l'on est certain de perdre un certain montant, le désir d'éviter une telle perte peut conduire à accepter de prendre un risque.

L'effet de reflet est la manifestation, dans le cas de l'évaluation des conséquences, du principe psychologique plus général de la *sensibilité décroissante*. Ce principe signifie que la perception des variations de certaines grandeurs est d'autant plus faible que l'on s'éloigne du point de référence. Il offre également la possibilité d'expliquer certaines caractéristiques de la perception des probabilités que nous allons maintenant présenter. L'observation expérimentale du comportement des agents a permis d'établir que les sujets ont tendance à se comporter comme s'ils surestimaient les petites probabilités et sous-estimaient les grandes probabilités<sup>21</sup>. Kahneman et Tversky ont donc introduit dans leur théorie une notion de transformation des probabilités. L'idée est, pour simplifier, que, dans la formule de l'espérance d'utilité présentée ci-dessus, les

21. Ce double biais dans la perception des probabilités est souvent utilisé pour rendre compte d'un phénomène tenu pour paradoxal dans la théorie économique classique, à savoir le fait que beaucoup d'individus souscrivent des polices d'assurance et dans le même temps jouent à la loterie. En effet, dans le premier cas la probabilité du dommage étant faible, on ne devrait pas s'assurer, alors que dans le second cas la probabilité de perdre son argent étant extrêmement grande, on ne devrait pas jouer.

sujets remplacent la probabilité d'une conséquence par une certaine fonction  $w$  de celle-ci, selon la formule suivante :

$$V_{PT}(a) = \sum_{i=1}^n w(p(e_i))v(c_i)$$

où l'on a remplacé la fonction  $u$  qui traditionnellement porte sur les grandeurs absolues par une fonction  $v$  qui porte sur les grandeurs relatives, et où la fonction  $w$  transforme un nombre entre 0 et 1 (une probabilité) en un autre nombre entre 0 et 1 de telle sorte que les nombres proches de 0 sont surévalués et les nombres proches de 1 sous-évalués. Plus généralement, des études ultérieures ont montré que la fonction de transformation des probabilités possède une forme en S inversé, de sorte qu'elle est concave au voisinage de 0, convexe au voisinage de 1, et qu'elle coupe la première bissectrice aux environs de la probabilité 0,3<sup>22</sup>. La sensibilité décroissante permet d'expliquer le premier fait en supposant que 0 et 1 sont les points de référence. En revanche, elle ne peut expliquer le deuxième point et d'autres notions doivent intervenir<sup>23</sup>.

Il y a deux interprétations possibles de la fonction  $w$  : dans la première, le comportement des agents peut être reproduit, mimé pour ainsi dire, en remplaçant les probabilités par des *poids décisionnels* qui en dépendent d'une façon compatible avec les observations empiriques : c'est l'interprétation neutre, d'inspiration behavioriste, privilégiée par Kahneman et Tversky ; dans la seconde, ces poids décisionnels reflètent un véritable biais dans la perception des probabilités, analogue aux biais dans la perception des grandeurs physiques étudiés par la psychophysique : c'est l'interprétation qu'on pourrait dire *littéraliste* ou *réaliste* du modèle<sup>24</sup>, qui s'appuie sur le

22. Ainsi, Tversky et Kahneman (1992) proposent la forme  $w(p) = p^\gamma / (p^\gamma + (1-p)^\gamma)^{1/\gamma}$ ,  $0 < \gamma < 1$ , qui vérifie cette propriété à l'exception de l'intersection avec la bissectrice dont l'abscisse varie avec  $\gamma$ . Voir fig. 1 de l'article de M. Egidi dans le présent ouvrage (p. 28).

23. Gonzalez et Wu (1999) introduisent la notion d'attractivité : une loterie  $(x, p, 0, 1-p)$  est plus attractive pour un individu 1 que pour un individu 2 si  $w_1(p) > w_2(p)$ . Cette notion détermine la hauteur de  $w$  par rapport à la bissectrice et est censée représenter la confiance de l'agent dans les paris qu'il fait.

24. Les économistes favorisent en général l'hypothèse behavioriste. Reprenons

fait que les caractéristiques de la perception des probabilités peuvent s'expliquer à partir de modèles psychophysiques ayant été mis au point pour étudier la perception d'autres grandeurs. L'ambiguïté dans l'interprétation de la fonction  $w$  disparaît dans la version cumulative de la PT, dans la mesure où, dans ce modèle, les poids décisionnels sont construits à partir de la fonction de transformation des probabilités mais ne s'y réduisent pas (Gonzalez et Wu 1999).

## Les phases de la théorie des perspectives

Outre les caractéristiques présentées ci-dessus, la théorie des perspectives introduit une seconde innovation importante : elle présente la décision comme un processus possédant deux phases distinctes. Dans la première phase, le sujet transforme le problème de décision auquel il a à faire face de façon à le poser sous une forme traitable. La seconde phase est la phase d'évaluation proprement dite au cours de laquelle les sujets utilisent la formule d'évaluation que nous avons présentée ci-dessus.

Revenons sur la première phase, appelée phase de formatage (*editing*). Elle comporte essentiellement six opérations (Kahneman et Tversky 1979 : 274) : le codage des conséquences des différentes actions en gains et pertes par rapport à un certain point de référence (la théorie étant muette sur la façon dont ce dernier est déterminé) ; la simplification (*cancellation*) des alternatives, grâce à l'élimination des composantes communes de deux loteries (typiquement, lorsque deux loteries donnent le même résultat conditionnellement à un certain événement) ; la fusion (*combination*) d'événements donnant le même résultat au sein d'une même loterie (et donc la sommation

l'exemple de la loterie et de l'assurance évoqué note 22. Les raisons qui conduisent à ces comportements peuvent être multiples et notamment être fortement déterminées par le contexte social et législatif : ainsi, la production d'une attestation d'assurance est souvent nécessaire pour louer un appartement par exemple. De ce fait, on peut seulement affirmer que les sujets agissent comme s'ils étaient sujets à ces biais de perception, au sens où supposer cela rend bien compte des données, mais sans que cela soit pour autant ce que les sujets font vraiment.

de leurs probabilités) ; la séparation (*segregation*) du montant garanti par une action et du montant non garanti ; l'arrondi des probabilités (qui conduit en particulier à négliger les conséquences très peu probables) ; enfin, l'élimination des alternatives visiblement dominées<sup>25</sup>. Notons que le résultat auquel on parvient à l'issue de cette phase de formatage dépend en général de l'ordre dans lequel on a appliqué les différentes opérations. Il y a donc là également un élément d'indétermination et un problème de décision quant à cet ordre préalable à la décision finale et dont elle dépend.

La phase de formatage doit donc être considérée comme un élément à part entière du processus de prise de décision. Si l'on considère qu'il y a un tournant cognitif dans une science humaine lorsque celle-ci devient attentive aux problèmes liés au traitement de l'information par les sujets, on peut affirmer que le tournant cognitif dans la théorie économique de la décision se manifeste dans une large mesure par l'introduction de cette phase d'*editing*. Par ailleurs, on doit noter que si on considère la forme fonctionnelle définissant la PT indépendamment de la phase d'*editing*, il est bien connu que l'on peut se retrouver avec des violations du principe de dominance. Le fait que les loteries dominées soient éliminées lors de la phase d'*editing* permet de contourner en partie ce problème. Cependant, cela suppose que la dominance apparaisse de manière transparente, ce qui n'est pas forcément toujours le cas : à cet égard, la plupart des expériences mettant en évidence des violations de la dominance s'appuient sur des effets de présentation qui masquent cette dominance (Tversky et Kahneman 1986). En outre, du point de vue des applications économiques, il est difficile de tenir compte de la phase d'*editing*. La version cumulative de la PT permet de contourner ces deux problèmes et, comme le montrent Gonzalez et Wu (1999), elle intègre certains des principes qui sont à l'œuvre dans la phase d'*editing*.

25. Il s'agit ici de domination au sens de la dominance stochastique : l'action  $a$  domine l'action  $a'$  si pour tout montant  $x$ , la probabilité d'obtenir au moins  $x$  est supérieure si l'on choisit  $a$  plutôt que  $a'$ .

## L'explication des anomalies dans cette théorie

Comment la théorie des perspectives explique-t-elle les anomalies principales que nous avons présentées initialement ?

Commençons par le paradoxe d'Allais. Celui-ci est incompatible avec ce que l'on appelle en termes techniques la linéarité en probabilité, c'est-à-dire le fait que l'on pondère la valeur des conséquences par la probabilité de leur occurrence. La théorie des perspectives, en stipulant de la pondérer par une certaine fonction des probabilités, n'impose plus cette linéarité, bien qu'elle la contienne comme un cas particulier. Il s'agit donc d'une généralisation de l'espérance d'utilité compatible avec le paradoxe d'Allais<sup>26</sup>, sans pourtant renoncer à toute précision sur la forme du critère de décision employé.

La théorie des perspectives propose également une explication considérée aujourd'hui comme dominante des effets de présentation. Elle découle de l'hypothèse de reflet citée précédemment, d'après laquelle les agents ont de l'aversion pour le risque dans le domaine des gains et du goût pour le risque dans celui des pertes. L'idée est que la présentation ou description des attributs influence le choix du point de référence à partir duquel on va classer telle ou telle conséquence comme un gain ou une perte. Ainsi, dans la présentation en termes de vies sauvées, le point de référence est « aucune vie sauvée ». Toute vie sauvée apparaît donc comme un gain et on se situe donc dans le domaine des gains, ce qui explique le comportement observé, qui reflète de l'aversion pour le risque. De même, la présentation en termes de morts induit le point de référence « zéro mort », qui conduit à classer les conséquences comme des pertes et à avoir du goût pour le risque. L'hypothèse de reflet combinée à une

26. Pour expliquer le paradoxe d'Allais, considérons à nouveau le cas où  $v(0)=0$ . Avec la théorie des perspectives, on a  $V_{pt}(A)=v(1M)$ ,  $V_{pt}(B)=w(0,10)v(5M)+w(0,89)v(1M)$ . Donc,  $V_{pt}(A)>V_{pt}(B)$  si et seulement si  $(1-w(0,89))v(1M)>w(0,10)v(5M)$ . De même,  $V_{pt}(C)<V_{pt}(D)$  est équivalent à  $w(0,11)v(1M)<w(0,10)v(5M)$ . Il suffit donc de trouver une fonction  $w$  telle que  $1-w(0,89)>w(0,11)$ , par exemple  $w(0,11)=0,2$  et  $w(0,89)=0,7$ . Dans ce cas, on a de plus surestimation des petites probabilités et sous-estimation des grandes. Plus généralement, Prelec (2001) considère la forme  $w(p)=\exp(-b(-\ln p)^a)$  et montre que  $a$  peut être interprété comme un paramètre mesurant la propension à présenter des paradoxes de type Allais.

théorie implicite sur la détermination du point de référence prédit donc le comportement observé dans l'effet de présentation.

Le renversement de préférence, quant à lui, est resté longtemps rétif à toute explication fondée sur un modèle du type espérance d'utilité, même modifié dans le cadre de la théorie des perspectives, ou d'autres théories, par exemple la théorie du regret<sup>27</sup>. Récemment cependant, Schmidt, Starmer et Sugden (2005) ont introduit une légère modification de la théorie des perspectives, la théorie des perspectives de troisième génération, qui permet d'expliquer le renversement de préférence. L'idée est que, dans la théorie des perspectives, le point de référence était usuellement considéré comme un certain niveau de richesse, donc comme dépourvu d'incertitude. Cependant ce point de vue est en général implicite dans la mesure où le point de référence n'est jamais modélisé explicitement. Les trois auteurs ont généralisé cette idée en autorisant le point de référence à être une action quelconque<sup>28</sup>. On peut alors définir de façon rigoureuse le concept de prix de vente d'une loterie et calculer celui-ci dans le cadre de cette théorie, ce qui permet de déterminer les conditions sur les paramètres prédisant un renversement de préférence. Le résultat principal de cet article est que le renversement de préférence résulte essentiellement de l'aversion pour les pertes. En effet, lorsque l'on vend un bien qui s'apparente à une loterie (par exemple un titre financier), on prend le risque de perdre ce que l'on aurait pu gagner dans les circonstances favorables à cette loterie. Lorsqu'il y a de l'aversion pour les pertes, le prix de vente reflète la perte potentielle. Plus la perte potentielle (c'est-à-dire le gain auquel on renonce) est élevée, plus le prix sera élevé. Cela explique alors que la loterie rapportant potentiellement le gain le plus élevé, même dans des circonstances peu probables, ait un prix

27. La théorie du regret de Loomes et Sugden (1982) introduit l'idée qu'une décision est prise sur la base de la minimisation du regret que l'on pourrait éprouver en pensant à un autre choix que l'on aurait pu faire. Cette théorie renonce à la transitivité des préférences, mais ne semble pas avoir eu de bonnes performances dans d'autres domaines que celui du renversement de préférence.

28. Cela n'est pas une innovation complète (voir Sugden 2003, Sagi 2006, Giraud 2006) ; ça l'est cependant dans le contexte de la théorie des perspectives.

de vente supérieur à une loterie rapportant un gain plus faible, même de façon plus probable.

## Une approche cognitive de l'évaluation des probabilités

Le problème de l'évaluation des probabilités est souvent envisagé comme un problème de jugement de probabilité par les psychologues. Les économistes, qui ne croient que ce qu'ils voient, c'est-à-dire admettent comme uniquement pertinentes les données révélées par des choix observables des individus, ne s'intéressent qu'aux croyances déductibles de ces choix. La coïncidence entre les jugements directs de probabilité et les croyances révélées n'est pas forcément garantie, mais les deux points de vue sont susceptibles de conduire à des anomalies au regard de la théorie bayésienne : le problème de Linda, vu plus haut, pour le jugement de probabilité, le paradoxe d'Ellsberg pour les croyances révélées par les choix. Dans le cas du paradoxe d'Ellsberg, les solutions apportées ne sont que faiblement cognitives au sens où nous l'avons défini, dans la mesure où, si celles-ci sont susceptibles d'une *interprétation* qui fasse référence à des processus mentaux plus complexes que ceux que l'espérance d'utilité autorise, elles ne s'enracinent pas pour autant dans une étude détaillée des processus mentaux effectifs. En revanche, les recherches suscitées par l'étude du jugement de probabilité en tant que tel ont explicitement pour but de comprendre ces processus effectifs. Nous présenterons tout d'abord une solution possible du paradoxe d'Ellsberg, puis en les détaillant les recherches portant sur le jugement de probabilité.

L'approche cognitive des croyances révélées par les choix :  
le modèle d'Ellsberg

L'explication classique aujourd'hui consiste à affaiblir l'axiome d'additivité des probabilités, responsable, d'un point de vue mathéma-



tique, du paradoxe, et à introduire une nouvelle façon de représenter les croyances, appelée *capacité*, qui vérifie la propriété que si un événement  $e$  implique un autre,  $e'$ , alors la capacité de  $e$  est plus faible que la capacité de  $e'$ , la notion de capacité étant associée à une formulation adéquate de la notion d'espérance (Choquet 1955, Schmeidler 1989). Cette formulation permet de caractériser l'aversion pour l'ambiguïté à partir de propriétés de la capacité utilisée. Nous présenterons quant à nous un modèle qu'Ellsberg a proposé lui-même pour expliquer son paradoxe et qui peut être considéré comme un cas particulier de l'approche en termes de capacité. Ce modèle est intéressant notamment pour l'interprétation, que l'on peut qualifier de cognitive, qu'Ellsberg en a donnée. L'idée est la suivante : bien que l'information disponible soit imprécise et imparfaite, il n'est ni interdit ni impossible de privilégier une certaine distribution de probabilité comme point de départ pour faire son choix. Dans le cas de l'urne du paradoxe d'Ellsberg, la distribution uniforme (30 boules noires et 30 boules jaunes) est un bon candidat, notamment parce qu'elle est conforme au principe de raison insuffisante de Laplace qui s'applique en vertu de la symétrie du problème. Cependant, il y a lieu d'observer une certaine prudence dans la manipulation de cette distribution de probabilité qui ne trouve pas de fondements très solides dans l'information disponible. S'il s'avérait qu'elle était par trop éloignée de la véritable distribution, on pourrait le payer très cher. La démarche prudente consiste, étant donné l'ensemble de toutes les distributions de probabilité compatibles avec l'information disponible, de considérer l'action qui, dans l'hypothèse où la distribution qui lui serait la plus défavorable se trouverait être la véritable distribution, permettrait de limiter au maximum les dégâts. C'est ce que l'on appelle le critère *maxmin*<sup>29</sup>.

Appelons  $P$  l'ensemble de toutes les distributions de probabilité compatibles avec l'information disponible<sup>30</sup>. Alors, le

29. Le critère maxmin a été axiomatisé par Gilboa et Schmeidler (1989).

30. Dans le cas du paradoxe d'Ellsberg, il s'agit de l'ensemble des distributions de probabilité  $(1/3, k/90, (60-k)/90)$ , où  $k$ , le nombre de boules noires, varie entre 0 et 60.

modèle proposé par Ellsberg est d'évaluer une action par la formule<sup>31</sup> :

$$\alpha \sum_{i=1}^n \pi(e_i) u(c_i) + (1-\alpha) \min_{p \in P} \sum_{i=1}^n p(e_i) u(c_i)$$

où  $\pi$  est la distribution uniforme et le paramètre  $\alpha \in [0,1]$  peut s'interpréter comme une mesure de la confiance que l'agent a dans la validité de son approximation de l'incertitude inhérente au problème par la distribution uniforme. Lorsque  $\alpha$  est proche de 1, cette confiance est grande et la décision de l'agent est pratiquement la même que s'il maximisait l'espérance d'utilité par rapport à  $\pi$  ; lorsque  $\alpha$  est proche de 0, alors tout se passe comme si l'agent n'avait pas confiance et décidait d'appliquer le critère pessimiste.

L'introduction de la confiance dans l'estimation peut être considérée comme relevant d'un tournant cognitif dans la mesure où cette notion suppose de faire place à une plus grande richesse dans les processus mentaux présidant à la prise de décision, en particulier si l'on s'attache à déterminer les fondements de cette confiance. Il est à noter cependant que l'introduction de cette notion de confiance se fait uniquement à partir d'une interprétation de la forme fonctionnelle utilisée pour l'évaluation des actions, qui est susceptible d'autres interprétations. Cette interprétation, comme toute interprétation de ce genre, est sujette à caution car il n'est pas toujours possible ou légitime de rattacher un paramètre à un processus mental effectif.

L'évaluation des probabilités comme opération de jugement : le programme de recherche « Heuristiques et biais »

### *Heuristiques et biais*

L'origine de la théorie des perspectives s'inscrit dans le désir de tester les intuitions statistiques dans des situations du monde réel. Deux

31. Voir Gajdos, Hayashi, Tallon et Vergnaud (à paraître), Giraud (2006) et pour des axiomatisations de ce modèle.

sources disciplinaires ont présidé à l'avènement de la théorie des perspectives : d'un côté les sciences cognitives, qui cherchent à rendre compte des comportements standards ou déviants des agents lorsqu'ils se livrent à des raisonnements sur l'incertain, et de l'autre la théorie de la décision, et son partage entre une approche descriptive et une approche normative du raisonnement probabiliste. La combinaison de ces deux sources a engendré une théorie descriptive de la prise de décision dans le monde réel qui a été appelée le programme « Heuristiques et biais » à la suite des travaux pionniers d'Amos Tversky et de Daniel Kahneman. Les heuristiques peuvent être définies comme des raccourcis mentaux utilisés par les sujets dans la formation de leurs jugements ou dans leurs prises de décision et qui peuvent mener à des croyances erronées et des décisions sous-optimales du fait d'un traitement incomplet ou biaisé de l'information.

Dans son aspect proprement descriptif, le programme « Heuristiques et biais » s'est concentré sur les erreurs de jugement en cherchant à mettre au jour, précisément, les heuristiques ou stratégies intuitives qui gouvernent le raisonnement humain. Les premières expériences réalisées au sein de ce programme étaient menées avec des sujets experts en psychologie mathématique et dont les réponses intuitives allaient à l'encontre de normes de raisonnement qu'ils maîtrisaient parfaitement. Les capacités cognitives des sujets ne se trouvaient donc pas en cause et l'idée était par conséquent de rendre compte des mécanismes et des courts-circuits qui génèrent des réponses normativement déviantes systématiques. Ce programme de recherche a notamment rapidement dégagé l'idée que l'on pouvait dire d'un jugement qu'il était typiquement médiatisé par une heuristique lorsque le sujet substituait à une caractéristique de l'objet ou de la situation censément visée par ce jugement une autre caractéristique qui lui était plus aisément disponible à l'esprit. Ainsi, au lieu d'envisager la probabilité d'un événement, les sujets se concentreraient spontanément sur des caractéristiques familières ou mentalement saillantes dans les situations sur lesquelles ils basent leurs évaluations.

Dans leur article de 1974, Tversky et Kahneman décrivent deux des principales heuristiques utilisées par les sujets au cours de leurs

jugements dans l'incertain. L'heuristique de représentativité, tout d'abord, est généralement employée lorsque les sujets sont invités à juger la probabilité qu'un objet ou un événement A appartient à une classe ou une catégorie B. Les sujets s'appuient alors, pour émettre leurs jugements de probabilité, sur des jugements implicites de similarité entre les objets ou les situations concernées. Le problème de Linda, évoqué plus haut, est un exemple typique d'une heuristique de représentativité (Linda correspond au stéréotype d'une féministe) conduisant à l'erreur de conjonction qui consiste à penser que la possession de la conjonction de deux attributs est un événement plus probable que la possession d'un seul de ces attributs. Un autre exemple célèbre que donnent Tversky et Kahneman (1974) est le scénario suivant :

*Un taxi a renversé un piéton de nuit et pris la fuite. Deux compagnies de taxi, la Verte et la Bleue, se partagent le marché. 85 % des taxis de la ville sont verts et 15 % sont bleus. Un témoin a identifié le taxi comme étant bleu. Le tribunal a mis à l'épreuve la fiabilité du témoin en le plaçant dans des circonstances similaires à celles de la nuit de l'accident et a conclu que le témoin identifiait correctement les deux couleurs dans 80 % des cas et échouait dans 20 % des cas.*

*Quelle est la probabilité que le taxi impliqué dans l'accident appartienne à la compagnie Bleue ou à la compagnie Verte ?*

La plupart des sujets donnent des valeurs supérieures ou largement supérieures à 50 %. Ces réponses sont dues à la négligence à l'égard des probabilités de base qu'il y ait eu un taxi bleu ou un taxi vert. La réponse correcte, basée sur la combinaison des taux de fréquence des taxis dans la ville et de la mesure de la fiabilité du témoignage, est qu'il y a 12 % ( $0,15 \times 0,80$ ) de chances que le témoin ait correctement identifié un taxi bleu et 17 % ( $0,85 \times 0,20$ ) de chances que le témoin ait identifié à tort un taxi vert comme étant bleu. Il y a donc 29 % ( $0,12 + 0,17$ ) de chances que le témoin identifie le taxi comme bleu et 41 % ( $12 / 29$ ) de chances que le taxi identifié comme bleu soit réellement bleu.

L'heuristique de représentativité est conceptuellement voisine d'une autre heuristique nommée heuristique de disponibilité selon laquelle les sujets sont biaisés dans leur évaluation de la probabilité d'un événement par le caractère facilement mémorisable, récent ou fréquent d'une information. La saillance ou la disponibilité cognitive de ces informations font que les sujets ne sont pas enclins à accorder leur attention à d'autres informations pertinentes pour un traitement normativement satisfaisant des problèmes auxquels ils sont soumis. La présence préalable à l'esprit d'un événement conduit à l'envisager comme plus probable qu'il ne l'est. Ainsi, le simple fait d'envisager, avant l'élection du mois de mai 2007, ce que ferait Nicolas Sarkozy s'il était élu président de la République rend, pour l'individu qui imagine un tel scénario, l'élection de ce candidat plus probable que pour quelqu'un qui n'a pas pensé à cette éventualité.

On pourrait dire que le phénomène général de la saillance de caractéristiques, de similarités et de scénarios est une source commune à ces deux heuristiques principales. Plus généralement, cette tendance de nos systèmes cognitifs à s'appuyer sur des traits saillants pour formuler des jugements explique un grand nombre de biais cognitifs. Les effets de présentation tombent sous cette explication générale. L'effet de certitude à l'œuvre dans le paradoxe d'Allais peut aussi être vu comme une manifestation des conséquences sur les choix de la saillance d'une caractéristique.

### *Biais cognitifs ou artefacts expérimentaux ?*

#### *Le rôle des processus cognitifs effectifs dans la mise en évidence des biais*

Une conception des erreurs apparentes systématiques de jugement opposée au programme « Heuristiques et biais » de Kahneman et Tversky a été proposée. La qualification des biais cognitifs en termes de déviations comportementales irrationnelles vis-à-vis de certaines normes de raisonnement, de jugement ou de choix a pu sembler infondée dans la mesure où elle ne tenait pas suffisamment compte de l'environnement naturel de leur apparition. L'insensibilité à ce

que l'on peut appeler l'écologie des biais cognitifs amène, selon cette critique, à une vision normativement erronée des performances et des compétences humaines. Cette critique s'est précisément concentrée sur le cas des jugements de probabilité concernant des événements singuliers et dont on a vu qu'il présidait à la mise en évidence de biais découlant des heuristiques de représentativité et de disponibilité. Or, ce choix expérimental est inapproprié, selon les objecteurs au programme « Heuristiques et biais », dans la mesure où il ne correspond pas à l'usage naturel des facultés cognitives que nous mettons en œuvre dans le raisonnement probabiliste. Il est raisonnable de penser que les capacités de raisonnement sur les probabilités des sujets n'ont pas évolué en fonction de jugements sur des événements isolés ou uniques, dont la probabilité est inobservable, mais relativement à l'évaluation de redondances sur lesquelles on peut naturellement appuyer des raisonnements inductifs<sup>32</sup>. Le contrepoint expérimental est donc qu'il suffit de poser les questions de jugement de probabilité en termes de fréquence pour que les biais observés se dissipent. Gigerenzer (1995) suggère que l'esprit humain est adapté au format fréquentiste d'appréhension des probabilités, car c'est le format d'information que les humains, au cours de leur évolution, ont rencontré, bien avant l'avènement de la théorie des probabilités et de son usage normatif.

Cette critique, qui fait appel à l'usage naturel de nos facultés cognitives, porte en fait sur trois niveaux distincts. Du point de vue empirique, tout d'abord, Gigerenzer suggère que les biais repérés par Kahneman et Tversky sont instables et artefactuels car il est possible d'en diminuer significativement l'effet en reformulant les questions posées dans un format fréquentiste plutôt que probabiliste. Ensuite, d'un point de vue théorique, Gigerenzer estime que le fait de renvoyer à l'usage d'heuristiques pour expliquer les biais n'est pas très explicatif du fait que des notions comme « représentativité » ou « disponibilité » sont vagues et non théoriques et qu'il convient davantage d'explorer les processus cognitifs effectifs qui sous-tendent

32. Voir Cosmides et Tooby (1996) pour une mise au point sur la question du statisticien intuitif dans une perspective évolutionniste.

les jugements dans l'incertain. Enfin, d'un point de vue interprétatif, il semble à Gigerenzer inadéquat de caractériser les biais de Kahneman et Tversky en termes d'erreurs ou d'illusions.

Cette dernière critique de l'interprétation normative des comportements systématiquement observés dans le contexte du raisonnement probabiliste revient essentiellement à reprocher à Kahneman et Tversky de ne pas comparer les performances des sujets aux normes appropriées dans la situation mais, également, de vouloir envisager à l'aide de normes de rationalité un type de situations qui pourrait complètement échapper à une telle appréhension normative si l'on comprenait mieux les mécanismes et les procédures cognitives qui sous-tendent les performances considérées. Si l'on reprend l'exemple de Linda, sa reformulation dans un format fréquentiste permet assurément de visualiser plus facilement l'inclusion de l'ensemble des employées de banque féministes dans l'ensemble des employées de banque et, par conséquent, d'éviter l'erreur de conjonction habituelle. On peut admettre que la mise en conformité des problèmes posés avec les principes de raisonnement que suivent vraisemblablement les sujets élimine, dans certains cas, les biais apparents. Mais le débat entre Kahneman et Gigerenzer a une portée théorique concernant la rationalité du comportement des sujets que n'épuise pas la découverte d'éventuels artefacts expérimentaux.

Le fait de mettre en évidence des modes de raisonnement et des procédures cognitives susceptibles d'expliquer le mode d'appréhension des situations par les sujets n'est pas en soi suffisant pour écarter, du seul fait d'une plus grande pertinence descriptive, toute dimension d'évaluation normative des comportements observés. Nous pouvons assimiler la plupart du temps l'usage d'heuristiques à la mise en œuvre de processus cognitifs que certains psychologues (Stanovich et West 2000, Evans 2003) appellent le Système 1 de l'esprit. Le recours conscient, en revanche, à un jugement de probabilité normativement correct, mais également à un mode de raisonnement fréquentiste explicite, relève du Système 2. La théorie de ces deux systèmes, ou théorie des processus duals de raisonnement, divise les processus cognitifs en deux familles d'opérations,

les unes rapides et associatives, les autres lentes et gouvernées par des règles (voir l'article d'Egidi dans ce volume pour une présentation précise de cette théorie). Dans la version particulière de la théorie des processus duals à laquelle Kahneman souscrit, le Système 1 propose des réponses intuitives et rapides à des problèmes de jugement dont la validité peut ensuite être contrôlée par les opérations du Système 2. Le Système 2 peut être vu comme une instance de contrôle ou de supervision qui labellise la qualité des performances du Système 1. Ainsi, les erreurs systématiques dont sont victimes les sujets lors du traitement de tâches suscitant des biais cognitifs peuvent être dues à un traitement intuitif, automatique et partiel de la tâche, mais être ensuite corrigées après que les sujets s'engagent dans les processus réflexifs et analytiques appropriés.

Une interprétation des biais cognitifs et de leur correction dans le cadre d'une théorie duale de l'esprit peut fournir une réponse possible de Kahneman aux difficultés fondamentales suscitées par les objections de Gigerenzer. En effet, quelles que soient les règles auxquelles on doit souscrire pour appréhender la situation de jugement (par exemple des principes fréquentistes ou des normes probabilistes), le recours explicite à ces règles est toujours dépendant d'une mise en œuvre de mécanismes du Système 2. Le fait que les règles retenues ne remettent pas en cause la réponse immédiate des sujets (comme, selon Gigerenzer, les principes fréquentistes) permet simplement de dire que cette réponse immédiate est conforme à de tels principes et, réciproquement, que ces principes sont intuitifs. Mais cela n'implique pas que d'autres principes ne peuvent pas également servir à envisager la situation d'un point de vue normatif. Une tâche peut susciter une réponse systématiquement erronée du fait de l'usage d'une heuristique mal appropriée. Face à la présence d'un tel biais, on peut donc ou bien suspecter, comme Gigerenzer, que le problème était mal présenté, ou bien penser, comme Kahneman, que le sujet a mis en œuvre une procédure automatique de traitement inappropriée. Mais ce biais coexiste avec notre capacité de saisie des principes plus appropriés et permet également d'en apprécier la portée normative (Bourgeois-Gironde 2006).



La théorie des processus duals de raisonnement a été incorporée dans la théorie du risque. Schunk et Betsch (2006), suivant les travaux en psychologie expérimentale de Slovic *et al.* (2003), appliquent la théorie duale des raisonnements (sous l'appellation approche intuitive *vs* approche délibérative) aux fonctions d'utilité d'agents prenant des décisions en contexte risqué. Ils constatent que les sujets qui s'engagent dans des procédures délibératives ont une fonction d'utilité plus linéaire que les agents qui font leur choix sur la base d'une intuition ou d'une émotion particulière face au risque. Ces données indiquent, au bout du compte, que le fait de répondre intuitivement (en se basant sur des heuristiques) ou analytiquement (en s'engageant dans des procédures de calcul et de délibération) dans une situation de choix risqué n'est pas en soi un signe d'irrationalité. Il faut prendre en compte le coût de la mise en place de procédures métacognitives de contrôle – dont la tendance à être effectivement enclenchées dépend *in fine* de différences psychologiques individuelles. La préférence pour la délibération est coûteuse mais se reflète dans des fonctions d'utilité neutres au risque et linéaires. La préférence pour des délibérations rapides et intuitives est cognitivement économique et se reflète dans la concavité des courbes d'utilité des agents. Il paraît en tout cas exclu de trancher la question de savoir si des jugements ou des décisions sont rationnels ou irrationnels – après les débats qu'a suscités le programme de recherche « Heuristiques et biais » dont on peut penser qu'il a largement contribué au tournant cognitif de la théorie de la décision – sans en référer aux types d'états psychologiques et de procédures cognitives mis en œuvre par les agents.

## Conclusion

Dans ce chapitre, nous nous sommes efforcés de montrer que l'on peut distinguer dans l'évolution récente de la théorie économique de la décision les traits caractéristiques d'un tournant cognitif, à condition de reconnaître que ce tournant constitue en fait une réaction au « tournant normatif » qui l'a précédé et qui se caractérisait

par le rejet des préoccupations de pertinence psychologique que l'on pouvait rencontrer chez les premiers économistes néoclassiques, lesquels n'hésitaient pas, par exemple, à utiliser des « lois psychologiques » comme les lois de Gossen. Nous avons caractérisé ce tournant cognitif en discutant de cinq anomalies du modèle normatif et en présentant les théories dans le cadre desquelles ces anomalies peuvent recevoir un traitement satisfaisant, à savoir essentiellement la théorie des perspectives et le programme de recherche « Heuristiques et biais ». Le fait de prendre en compte de manière réaliste les procédures cognitives suivies effectivement par les agents au cours de leurs processus de raisonnement, de jugement ou de décision amène à envisager sous un angle non classique la question de la rationalité individuelle. La rationalité n'est pas purement comportementale, elle dépend également, dans cette perspective cognitive, des modalités de contrôle que la personne se sachant potentiellement victime de biais mettra en œuvre dans son fonctionnement intellectuel et son traitement de l'information qu'elle reçoit. La relation entre des procédures automatiques de traitement de l'information (heuristiques) susceptibles de générer des anomalies ou des biais cognitifs et la lucidité des agents sur leurs propres mécanismes de jugement et de décision se situe, après le tournant cognitif qui a atteint la science économique, au cœur de la définition contemporaine de la rationalité.

### *Références bibliographies*

- Allais M. 1953. « Le comportement de l'homme rationnel devant le risque : critique des postulats de l'école américaine ». *Econometrica*, 21 : 503-546.
- Bourgeois-Gironde S. 2006. « Dual Processes of the Mind and Rationality Assumptions ». In M. Okada (dir.), *Reasoning and Cognition*, Tôkyô, Keio University Press : 37-52.
- Camerer C. F., Lowenstein G. 2004. « Behavioral Economics: Past, Present and Future ». In C. F. Camerer, G. Lowenstein, M. Rabin (dir.), *Advances in Behavioral Economics*, Princeton, Princeton University Press : 3-51.

- Choquet G. 1955. « Theory of Capacities ». *Annales de l'institut Fourier* (Grenoble), 5 : 131-295.
- Cosmides L., Tooby J. 1996. « Are Humans Good Intuitive Statisticians after all? Rethinking some Conclusions from the Literature on Judgment under Uncertainty ». *Cognition*, 58 : 1-73.
- Evans J. 2003. « In Two Minds: Dual Process Accounts in Reasoning ». *Trends in Cognitive Sciences*, 7 : 454-459.
- Fishburn P. C., Wakker P. 1995. « The Invention of the Independence Condition ». *Management Science*, 41(7) : 1130-1144.
- Fox C. R., Tversky A. 1995. « Ambiguity Aversion and Comparative Ignorance ». *The Quarterly Journal of Economics*, 110(3) : 585-603.
- Friedman M. 1953. « The Methodology of Positive Economics ». *In Essays in Positive Economics*, Chicago, Chicago University Press : 1-43.
- Gajdos T. Hayashi T. Tallon J.-M., Vergnaud J.-C. À paraître. « Attitude toward Imprecise Information ». *Journal of Economic Theory*.
- Gigerenzer G. 1991. « How to Make Cognitive Illusions Disappear: Beyond "Heuristics and Biases" ». *In W. Stroebe, M. Hewstone (dir.), European Review of Social Psychology*, 2 : 83-115.
- Gigerenzer G., Hoffrage U. 1995. « How to Improve Bayesian Reasoning without Instruction: Frequency Formats ». *Psychological Review*, 102 : 684-704.
- Gilboa I., Schmeidler D. 1989. « Maxmin Expected Utility with Non-Unique Prior ». *Journal of Mathematical Economics*, 18:141-153.
- Giraud R. 2007. « Reference-Dependent Preferences: An Axiomatic Approach to the Underlying Cognitive Process ». *In R. Topol et B. Walliser (dir.), Cognitive Economics: New trends*, Amsterdam, Elsevier Contributions to Economic Analysis, 280.
- Gonzalez R., Wu G. 1999. « On the Shape of the Probability Weighting Function ». *Cognitive Psychology*, 38 : 129-166.
- Heukelom F. 2007. « Kahneman and Tversky and the Origin of Behavioral Economics ». Document de travail n°07-003/1 du Tinbergen Institute.
- Kahneman D. 2003. « Maps of Bounded Rationality: Psychology for Behavioral Economics ». *American Economic Review*, 93 : 1449-1475.
- Kahneman D., Tversky A. (1973). On the psychology of prediction. *Psychological Review*, 80, 237-251.

- 1979. « Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk ». *Econometrica*, 47 : 263-291.
- 1982. « Judgment of and by Representativeness ». In D. Kahneman, P. Slovic, A. Tversky (dir.), *Judgment under Uncertainty : Heuristics and Biases*, New York, Cambridge University Press.
- 1992. « Advances in Prospect Theory: Cumulative Representation of Uncertainty ». *Journal of Risk and Uncertainty*, 5(4) : 297-323.
- Karni E., Safra Z. 1987. « Preferences Reversal and the Observability of Preferences by Experimental Methods », *Econometrica* mai : 675-685.
- Kühberger A. 1998. « The Influence of Framing on Risky Decisions: A Meta-Analysis ». *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 75 : 23-55.
- Levin I. P., Schneider S. L., Gaeth G. J. 1998. « All Frames Are Not Created Equal: A Typology and Critical Analysis of Framing Effects ». *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 76 : 149-188.
- Lichtenstein S., Slovic P. 1971. « Reversals of Preference Between Bids and Choices in Gambling Decisions ». *Journal of Experimental Psychology*, 89 : 46-55.
- Loomes G., Starmer C., Sugden R. 1989. « Preference Reversal: Information-Processing Effect or Rational Non-Transitive Choice? ». *Economic Journal*, 99 : 140-151.
- 1991. « Observing Violations of Transitivity by Experimental Methods ». *Econometrica*, 59 : 425-439.
- Loomes G., Sugden R. 1982. « Regret Theory: An Alternative Theory of Rational Choice under Uncertainty ». *Economic Journal*, 92 : 805-24.
- Mongin P. 1988. « Problèmes de Duhem en théorie de l'utilité espérée ». *Fundamenta Scientiae*, 9(2-3) : 299-327.
- Von Neumann J., Morgenstern O. 1947. *Theory of Games and Economic Behaviour*. Princeton, Princeton University Press.
- Prelec D. 2001. « Compound Invariant Weighting Functions in Prospect Theory ». In D. Kahneman et A. Tversky (dir.), *Choices, Values, Frames*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Sagi J. S. 2006. « Anchored Preference Relations ». *Journal of Economic Theory*, 127 : 283-295.
- Savage L. J. 1954. *The Foundations of Statistics*. New York, Wiley.

- Schmeidler D. 1989. « Subjective Probability and Expected Utility without Additivity ». *Econometrica*, 57 : 571- 587.
- Schmidt U., Starmer C., Sugden R. 2005. « Explaining preference Reversal with Third-Generation Prospect Theory ». Discussion Paper Series, 2005-19, The Center for Decision Research and Experimental Economics, School of Economics, University of Nottingham.
- Schunk D., Betsch C. 2006. « Explaining Heterogeneity in Utility Functions by Individual Differences in Decision Modes ». *Journal of Economic Psychology*, 27 : 386-401.
- Slovic P., Finucane M., Peters E., Macgregor D. 2003. « Risk as Analysis and Risk as Feelings: Some Thoughts about Affect, Reason, Risk and Rationality ». *Risk Analysis*, 24 : 1-12.
- Stanovich K., West R. 2000. « Individual Differences in Reasoning: Implications for the Rationality Debate ». *Behavioral and Brain Sciences*, 23 : 645-726.
- Sugden R. 2003. « Reference-Dependent Subjective Expected Utility ». *Journal of Economic Theory*, 111 : 172-191.
- Topol R., Walliser B. (dir.). 2007. *Cognitive Economics: New Trends*. Amsterdam, Elsevier, Contributions to Economic Analysis, 280.
- Tversky A., Kahneman D. 1981. « The Framing of Decision and the Psychology of Choice ». *Science*, 211 : 453-458.
- 1986. « Rational Choice and the Framing of Decisions ». *Journal of Business*, 59(4) : 5251-78. Repris in D. Kahneman, A. Tversky (dir.), *Choice, Values and Frames*, New York, Cambridge University Press, 2001.
- 1974. « Judgement under Uncertainty: Heuristics and Biases ». *Science*, 185 : 1124-1131.
- Tversky A., Slovic P., Kahneman D. 1990. « The Causes of Preference Reversal ». *The American Economic Review*, 80 : 204-217.